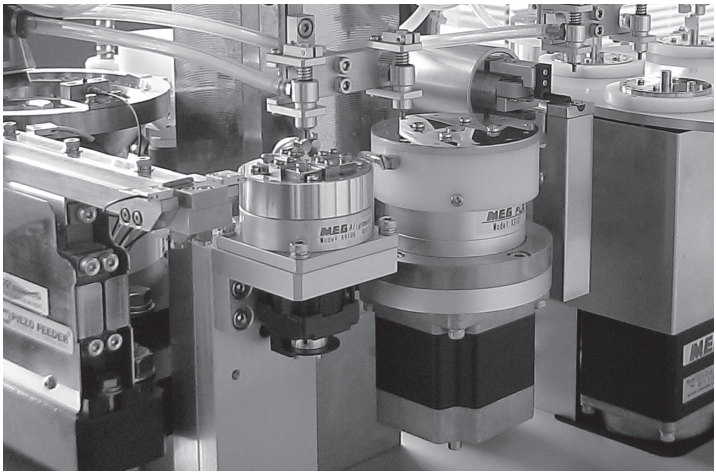
FLA
（フレキシブルアクチュエータ）

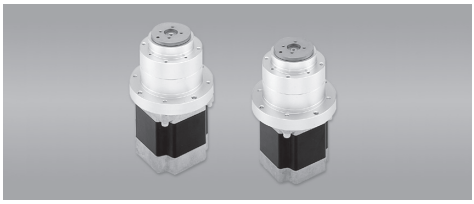
テーブルやアームの取り付けが容易な
整数割出しコンパクトアクチュエータです

ステッピングモータのダイレクトでは不可能な割出数（3, 6, 9, 12…）にも対応する、実績の遊星減速機構搭載の高精度位置決めアクチュエータです。



自動組立システムに使われるフレキシブル性の高い割出し装置は、ワーク品種切替やワーク選別にみられるように機敏で自由度の高い位置決め機能が求められております。
一般的にはステッピングモータが挙げられますが、ダイレクトにテーブルを回そうとすると割出数（分割数）が限定されたり、軸のたわみや遊びによる精度悪化など様々な弊害が心配されます。また、タイミングベルトを介し出力軸へ伝導する方法もありますが、スペースを大きく取り、部品点数も多くなります。

「割出数が制限されることなく常に高精度位置決めができ、テーブルなどが簡単に取り付けできる」この課題を私たちは、長年培ってきた独自の高精度長寿命減速機構の技術を応用し、さらに新たなアイデアを注ぎ込み解決しました。高精度位置決めを実現するフレキシブルアクチュエータを自動組立及び検査システムをはじめ FA の企画にもご利用ください。



フレキシブルアクチュエータ

Flexible Actuator

index Page

機種選定 E-2

概要 E-4

X3101・X3102 E-6

注意事項 E-10

テクニカルシート E-12

用途 E-14

機種選定

■機種一覧

基本ステップ角	タイプ	モデルNo.	ページ
0.1°	5相	X3101	E-6
0.2°	2相	X3102	E-6

- 出力軸付モデルも用意しています。
- 用途の限定、安全上の注意は E-14 をご覧ください。
- 注意事項は E-10 をご覧ください。

■ FLA の特性

位置決め精度（X1）± 4 分以内

● 指定角度に対して出力軸回転角度の結果のずれ（精度）。
● 測定方法・・・出力軸無負荷状態で、指定角度（A）に対して出力軸が回転した後の位置決め表示角度（B）がどのような数値になったかを見ます。
X1=（A ー B）・・・絶対値

ロストモーション　2 分以内

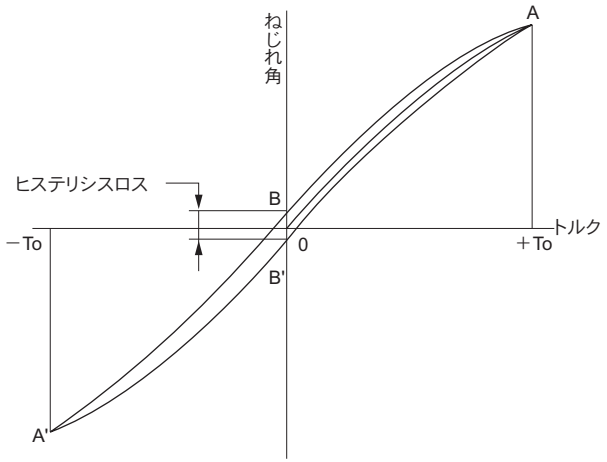
● 停止位置（原点）に対して、正逆転させたときの復帰、再現性。
● 測定方法・・・

（1）原点より一定角度・正転させた後、同一角度・逆転させて原点での初期値との差を測定します（A）。
（2）原点より（1）と同一角度･逆転させた後､原点復帰させ初期値との差を測定します（B）。
（3）（A）と（B）との最大幅をロストモーションとします。

ヒステリシスロス　4 分以内

● 出力軸の復帰特性。
● 測定方法・・・

（1）正転側に定格トルクを加えた後（A）、無負荷とし、初期値との戻りきらない差を測定します（B）。
（2）逆転側に定格トルクを加えた後（A'）、同上測定値を求めます（B'）。
（A）＋（B）= ヒステリシスロス



X3101・X3102

整数割出しアクチュエータ

FLA基本ステップ（フルステップ時）

5相：0.1°　2相：0.2°

ステッピングのダイレクト駆動では、円周上の任意の位置に送ることができない場合があります。

例えば、10°ずつ送りたい。

5相 ダイレクト駆動
10°/0.72°=13.888パルス→14パルス
14パルス×0.72°=10.08°

1回送るごとに0.08°（4分48秒）もずれてしまいます!!

FLA 5相 TYPE

10°/0.1°=100パルス
100パルス×0.1°=10°

出力軸は0.1°単位の送りなのでピッタリー致します。

■高精度位置決め ± 4 分
高精度減速機構により高精度位置決めを実現。

■テーブルダイレクト取付
出力軸が軸タイプの場合、テーブル取付は、フランジを介すので「省スペースでない」「部品点数が多い」「剛性などの影響で精度が低下する」など問題がありました。FLA はテーブルをダイレクトに取付できるので、シンプル・省スペース・精度が安定したツーリングを実現します。

■コンパクト
本体周囲に駆動部が飛び出さないため装置のコンパクト化に貢献します。

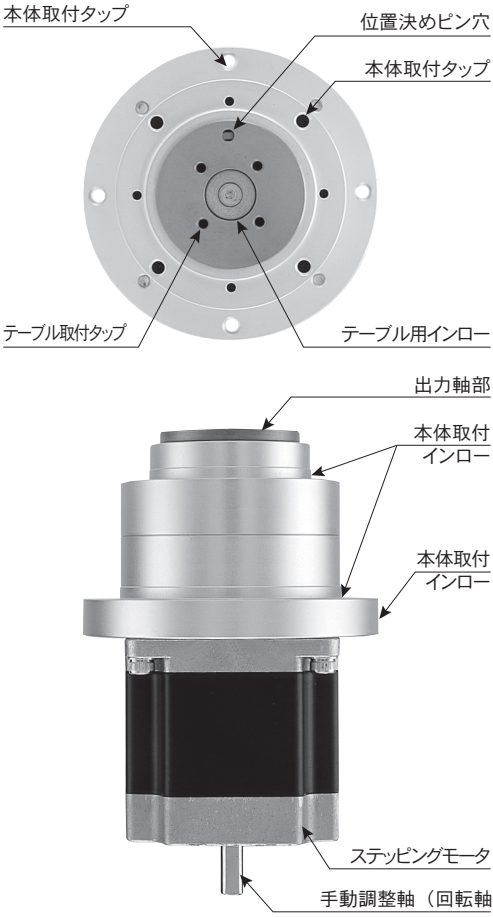
■ 2 相・5 相ステッピングモータ用意
用途に合わせて選べます。

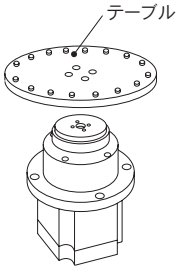
■バックラッシレスメカ採用
ロストモーション 2 分以内を実現。
起動・停止時もガタ付きが無く作業の待ち時間をとりません。

■手動調整可能
モータ後部の軸を回せるのでメンテナンスがやりやすくなります。

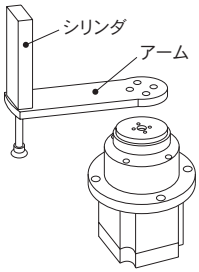
■ 出力軸オプションを用意
軸付オプションを追加しました。
用途に合わせて選べます。

■アプリケーション





インデックステーブル



ピック&プレースユニット

X3101・X3102

●高精度位置決め ± 4 分

高精度減速機構により高精度位置決めを実現。

●テーブルダイレクト取付

出力部が軸タイプの場合はフランジを介し接続するので「省スペースでない」「部品点数が多い」「剛性などの影響で精度が低下する」など問題がありました。テーブルをダイレクトに取付できるので、シンプル・省スペース・精度が安定したツーリングを実現します。

■ バリエーション

モデルNo.	基本ステップ角	モデルNo.	
		5相	2相
X3101	0.1°	○	
X3102	0.2°		○

※ 基本ステップ角はフルステップ時

製品記号の読み方

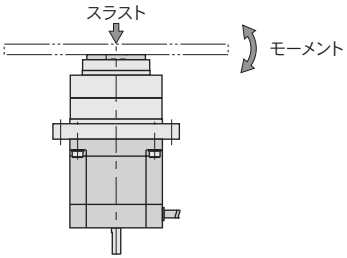
X310□-P0

- X310 □ : モデルNo.
- □ : 1:0.1° ステップ（5相）／2：0.2° ステップ（2相）
- -P0 : 出力軸オプション　無記号:取付け無し　P 0 :出力軸付

X310□-P0

■ 基本仕様

駆動方法	ステッピングモータ
作動方法	プラネットギア型
周囲温度	5～50℃
潤 滑 油	グリス封入　無給油使用
質 量	1.4kg
許容スラスト荷重	100N（10kgf）
許容モーメント荷重	2N･m（20kgf･cm）



■ 入出力軸仕様

モデルNo.	入力軸仕様		出力軸仕様		
	等価GD^2（kgf・cm^2）	許容回転数（rpm）	許容トルク（kgf・cm）	許容回転数（rpm）	基本ステップ角（Deg）
X3101	1.16	3,000	7.2	416	0.1
X3102	1.23	3,000	9.0	333	0.2

※入力軸等価GD^2にはモータロータの慣性モーメントが含まれています。
※出力軸許容トルクは、本製品が受け入れられる許容トルクであり、出力トルクではありません。

■ 精度

位置決め精度	指定角度に対する出力軸角度のずれ（割出精度）	±4分以内
ロストモーション	同ポイントで正逆転した場合の角度のずれ	2分以内
ヒステリシスロス（残留応力）	同ポイントで正逆両方向に片側づつ定格トルクをかけ無負荷時の初期値との差で、両方向の合計をいう。	4分以内
出力軸面振れ	出力軸フランジ面の振れ（無負荷時）	0.03mm以内

■ モータ仕様

モデルNo.	モータ品名（メーカ:オリエンタルモーター）	基　本ステップ角	電流（A/相）	電圧（V）	巻線抵抗（Ω/相）	ロータ慣性モーメント（kgf･cm^2）
X3101	PK566H-B 特殊	0.72	1.4	-	1.1	0.28
X3102	PK266-02B	1.8	2	3.6	1.8	0.3

※PK566H-B特殊:モータ軸径φ6

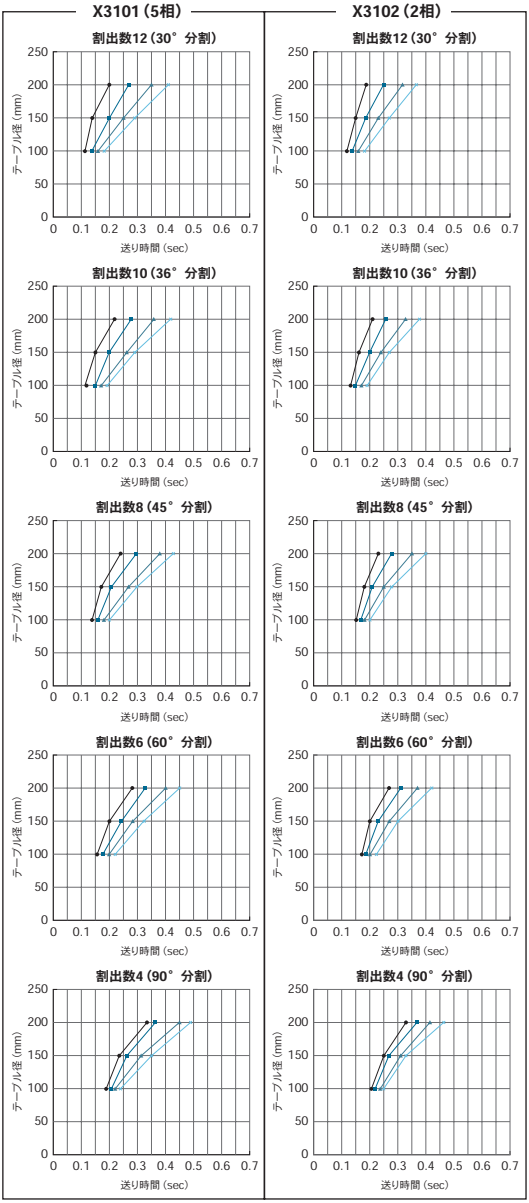
■ ドライバ（推奨）

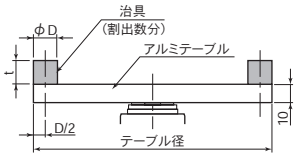
モデルNo.	メーカ:オリエンタルモーター
X3101	RKD514L-A（100V）　RKD514L-C（単200V）
X3102	CMD2120P（DC24V）

※お客様での手配となります。
※ドライバによりステッピングモータの性能が変わります。
　詳細はドライバのカタログを確認ください。

X3101・X3102

■ 送り時間とテーブルサイズ

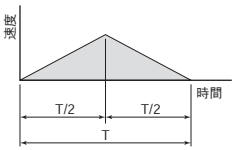




■ 治具寸法・材料

- 治具なし
- 0.05kg: φ20×20 Fe
- 0.10kg: φ38×18 Fe
- 0.25kg: φ40×25 Fe

■ 加減速時間の基準



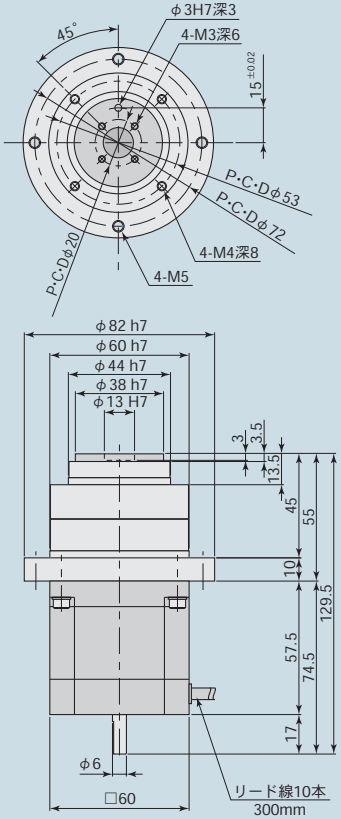
※加減速時間は送り時間（T）の1/2に設定し、テーブル径に対する送り時間を求めた。

■ 注意事項

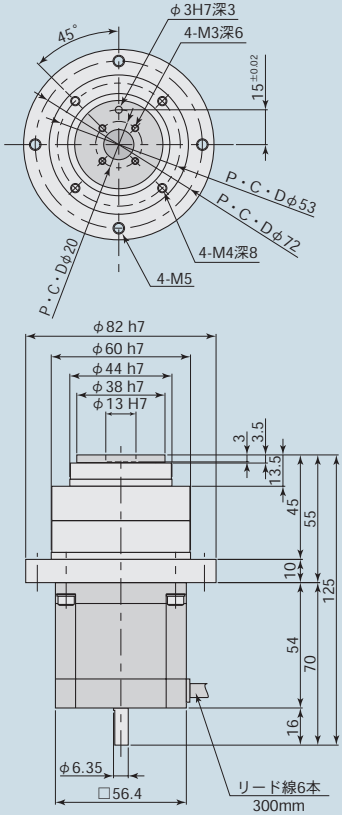
- 送り中は、外部からの負荷抵抗が無い場合の値です。
- 摺動抵抗等ある場合はテーブル径はさらに小さくなります。
- 水平使い（テーブル面上向き）での値です。
- 鉄テーブルの場合は板厚3.3mmでの選定になります。
- ドライバの性能により能力が低下する場合があります。

■ 寸法図

X3101（5 相）

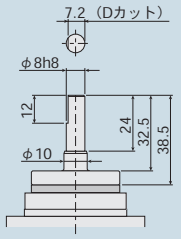


X3102（2 相）



X310 □ -P0

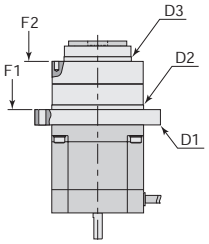
オプションの出力軸寸法



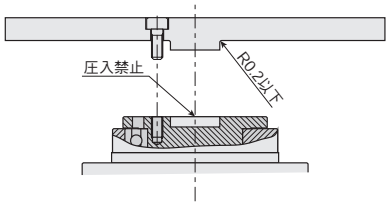
注意事項

■ 取付上の注意

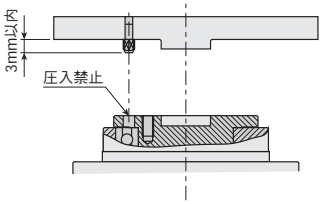
●D2 及び D3 部は h7 仕上げとなっているので、インローとして F1 及び F2 面を証面に 4 ヶ所の取付穴でお取り付けください。この方向より取り付けが困難な場合はモータ側より D1 をインローとして固定してください。モータ側からの取り付けでは、モータ及びリード線の配線逃がし加工が必要になります。



●テーブルは先端の出力軸にネジ固定します。インロー穴 φ 13 の口元は C0.3 の面取りが施されています。テーブル側は R0.2 以下で取り付けてください。



●回転方向の位置決めはダイヤピンをテーブル側に圧入して出力軸へ差し込んでください。（出力軸には圧入しないでください）



●従動側がボールベアリングなどでガイドされている場合、カップリングを必ずご使用ください。

●取付け方向は自由です。

●オプションの出力軸付の場合、出力軸にアタッチメントを固定するにはシャフトに加工された D カット部をご利用ください。割り締め、そのほか摩擦式締結要素などを用いますと、より確実な取り付けができます。

●オプションの出力軸には位置決めピンが取付けられています。

■ 割出し及び原点位置検出

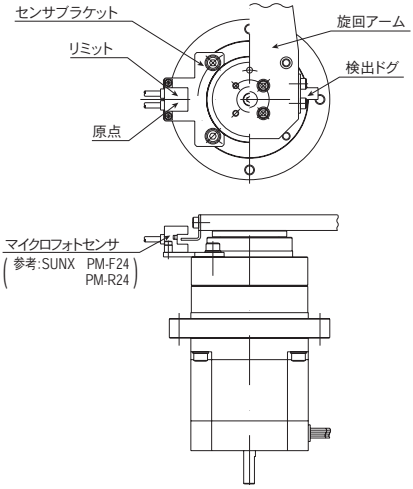
●割出し完了位置及び原点位置の検出は、基本的に出力側へドグ及びセンサを取り付けてください。

●下記の分割数であればモータ軸にスリットドグを取り付けて検出することができます。

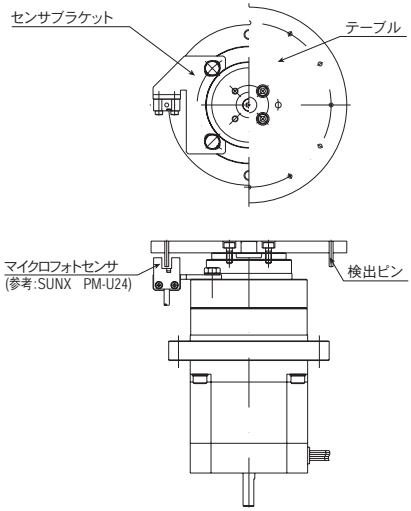
出力軸分割数	出力軸角　度	5相		2相	
		モータ送り角	スリット数	モータ送り角	スリット数
180	2°			18	20分割
72	5°	36	10分割	45	8分割
45	8°			72	5分割
36	10°	72	5分割	90	4分割
18	20°			180	2分割
9	40°			360	1分割

■ 検出センサ取付例

● 旋回アームの場合



● テーブルの場合



■ 取扱上の注意

● 出力軸積載の負荷容量は出力軸許容トルク以内でお使いください。

● モーメント荷重とスラスト荷重は軸受の寿命や軸の強度に大きく影響を与えますので、許容値を越えないようご注意ください。

● 他機器とのインターロックを確実にとり干渉を防止してください。

● モータのケース表面温度は 75℃以下でお使いください。製品の内部ギア・ベアリングなどの寿命を考えると、熱伝導性の良い金属板などに取り付けできるだけ低い温度でご使用いただくことを推奨します。

● 製品の分解および改造は性能・寿命に大きな影響を与えます。絶対におこなわないでください。

● 精密部品で構成された製品です。無理な力を加えないでください。破損・精度低下の原因になります。

● ご使用の前に必ず取扱説明書をお読みになり正しくお使いください。

ステッピングモータ選定方法

まず、加速トルクの計算をし、次に負荷トルクの算出をおこないます。
そして最後にモータと減速機の特性の確認をします。詳細は文中の step の解説にしたがってすすめてください。正しい取り扱いで、秘められた性能を充分に引き出すために、必ずここにご紹介する方法で選定してください。

1.ステッピングモータにかかる負荷を求めます。

最初に算出する必要性のあるのは、割出し回転の加減速に必要な加速トルクと摩擦負荷を駆動するための負荷トルクです。
計算は、荷重(kgf)重量(kg)長さ(cm)の単位を用います。

加速トルク(Ta)の計算

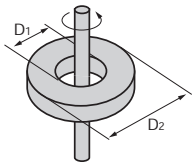
使用速度が速い場合は、加速トルクが想像以上に大きくなります。そのため、正確に計算をしておくことが大切です。加速トルクは、はずみ車効果（GD^2）より慣性モーメントを求めた後、加速度を乗じて求めます。

step-1

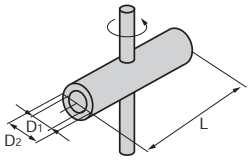
回転物の形状に応じて、それぞれの(GD^2)を求めてください。(GD^2)は単なる記号であって、計算式ではありません。また、重量計算に必要な定数(密度)は次の値を使用します。

鉄	$\rho = 7.9\times10^{-3}$ (kg/cm³)
アルミ	$\rho = 2.8\times10^{-3}$ (kg/cm³)
黄銅	$\rho = 8.5\times10^{-3}$ (kg/cm³)
ナイロン	$\rho = 1.1\times10^{-3}$ (kg/cm³)

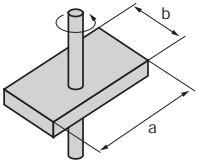
◎負荷の中心と回転軸が同芯の場合
W：負荷の重量（kg）



$$GD^2 = \frac{1}{2} W (D_1^2 + D_2^2)$$



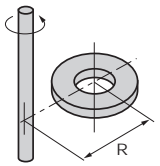
$$GD^2 = W\left[\frac{1}{4}(D_1^2 + D_2^2) + \frac{1}{3}L^3\right]$$



$$GD^2 = \frac{1}{3} W (a^2 + b^2)$$

◎負荷の中心と回転軸にズレがある場合

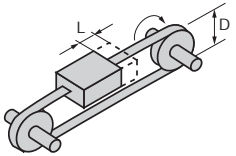
図は円筒形状の例です。



$$GD^2 = \{GD_0^2\} + 4WR^2$$

GD_0^2：負荷の中心と回転軸が同芯のときの、GD^2
W：負荷の重量（kg）
R：負荷の中心と回転軸の中心との距離（cm）

◎負荷が直線運動の場合
値は回転軸でのGD^2（等価GD^2）のになります。



$$GD^2 = WD^2 = W\left[\frac{L}{\pi}\right]^2$$

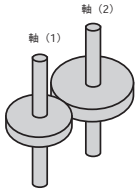
W：負荷の重量（kg）
ネジ送りのときはLにネジピッチ（cm/rev）を代入します。

step-2

回転軸が同軸の GD^2 を加算して総和を求めます。負荷の形状によって逃がし加工がされている場合は、逃がし加工の形状で GD^2 を求めた後、そのマイナス負荷として減算してください。

step-3

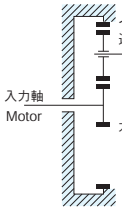
駆動軸(モータ軸)における等価 GD^2 に換算します。



◎軸(2)の GD^2 を軸(1)の等価 GD^2 として求めるとき

$$GD^2 = GD_2^2 \times \left[\frac{N_2}{N_1}\right]^2$$

GD_1^2：軸(2)の GD_2^2 を軸(1)に置き換えたときの等価 GD
GD_2^2：軸(2)の GD_2^2
N_1：軸(1)の回転数(rpm)‥‥モータを選定する場合の N_1 の値は、モータ軸の回転数に置き換えて計算します。
N_2：軸(2)の回転数(rpm)



フレキシブルアクチュエータはステッピングモータのステップ角度をバックラッシュレス遊星ギア機構により減速させ角度を整数化しています。
出力軸の GD^2 をモータ軸の GD^2 に換算し能力の確認をおこないます。

すべての回転軸の GD^2 を駆動軸の等価 GD^2 に換算して加算した総和が、駆動軸での GD^2 値になります。なおこのとき、モータと減速機の GD^2 を加算してください。

FLA入力軸での等価GD² (kgf·cm²)

仕様	モデルNo.	減速比	GD^2
2相 モータ付	X3102	1:9	1.23
5相 モータ付	X3101	1:7.2	1.16

step-4

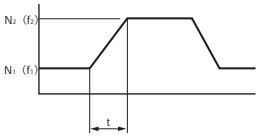
駆動部での GD^2 より慣性モーメント(I)を求めます。

$$I = \frac{GD^2}{4g}$$

I：慣性モーメント（kgf·cm·sec²）
g：重加速度 980.7（cm·sec²）

step-5

ステッピングモータにおける動作モードより角加速度を求めます。



$$\omega = \frac{2\pi}{60} \times \frac{(N_2 \cdot N_1)}{t} = \frac{\pi \cdot \theta_S}{180} \times \frac{(f_2 - f_1)}{t}$$

ω：角加速度(Rad/sec²)
N₁：ステッピングモータの起動時回転数(rpm)
N₂：ステッピングモータの高速時回転数(rpm)
f₁：ステッピングモータの起動時パルス速度(PPS)
f₂：ステッピングモータの高速時パルス速度(PPS)
θs：ステッピングモータのステップ角(deg)
t：加速(減速)時間(sec)

step-6

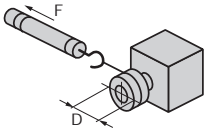
慣性モーメント(I)と角加速度(ω)で、加速トルク(Ta)を求めます。

$$Ta = I \times \omega \times S$$

Ta：駆動軸(モータ軸)における加速トルク(kg·cm)
I：駆動軸に加わる慣性モーメントの総和(kgf·cm·sec²)
ω：駆動軸の最大角加速度(Rad/sec²)
S：サービスファクタ(係数 =1.5 ～ 2)

負荷トルク（TL）の計算

◎負荷が回転するとき



$$TL = \frac{FD}{2} \times \frac{N_2}{N_1} \times S \ (kgf \cdot cm)$$

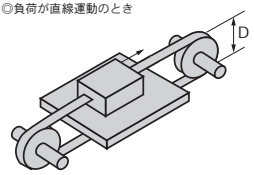
F：軸が回転を始めるときの力（kgf）
N₁：モータ軸の回転数（rpm）
N₂：減速機出力軸の回転数（rpm）
S：サービスファクタ（係数=1.5～2）

必要トルク（T）の計算

加速トルク（Ta）、負荷トルク（TL）から負荷を回転させるための必要トルクを算出します。

$$T = Ta + TL \ (kgf \cdot cm)$$

◎負荷が直線運動のとき



$$TL = \frac{\mu WD}{2} \times \frac{N_2}{N_1} \cdot S \ (kgf \cdot cm)$$

W：負荷の重量（kg）
μ：摩擦係数
N₁：モータ軸の回転数（rpm）
N₂：減速機出力軸の回転数（rpm）
S：サービスファクタ（係数=1.5～2）

2.ステッピングモータにかかる負荷の算出が終わったら減速機との適合性のチェックをします。

モータと減速機の、特性の確認

トルクと速度特性（stepの図形参照）を参照して次の確認をおこなってください。

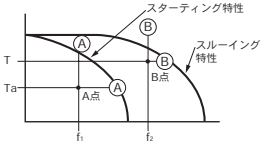
$$f_1 = \frac{N_1}{60} \times \frac{360}{\theta_S}$$

N₁：ステッピングモータの起動時回転数（rpm）
θs：ステッピングモータのステップ角（deg）

および

$$f_2 = \frac{N_2}{60} \times \frac{360}{\theta_S}$$

N₂：ステッピングモータの高速時回転数(rpm)
θs：ステッピングモータのステップ角(deg)



●チェックポイント
下記の 1 ～ 3 の項目をクリアしていれば、お望みのステッピングモータはご使用になれますが、万一適合しない項目が一つでもある場合は、負荷や動作モードの見直しをおこなってください。
1. スターティング特性領域内に A 点が入っていますか？
2. スルーイング特性領域内に B 点が入っていますか？
3. 必要トルク(T)の値が、減速機の出力軸許容トルク以内に収まっていますか？

用 途

1. 用途の限定

このFLA（フレキシブルアクチュエータ）は、ステッピングモータ駆動のバックラッシレス減速機内蔵のテーブル型アクチュエータで、精密割出し（インデックス・ピッチフィードなど）や精密位置決めをおこなうためのデバイスとして使用する製品です。

2. 安全上の注意

⚠ 危険

- 下記の用途には使用しないでください。
  1. 人命および身体の維持、管理に関わる医療器具
  2. 人の移動や搬送を目的とする機構、機械装置
  3. 機械装置の重要保安部品

  当該製品は、高度な安全性を必要とする用途に向けて企画、設計されていません。人命を損なう可能性があります。
- 発火物・引火物などの危険物が存在する場所で使用しないでください。
  発火・引火の可能性があります。
- 製品は絶対に改造しないでください。異常動作によるケガ・感電・火災などの原因になります。
- 製品の基本構造や性能・機能に関わる不適切な分解･組立はおこなわないでください。
- 製品に水をかけないでください。水をかけたり、洗浄したり水中で使用すると、異常動作によるケガ・感電・火災などの原因になります。

⚠ 警告

- 製品に電気を供給する前、および作動させる前には、必ず機器の作動範囲の安全確認をおこなってください。不用意に電気を供給すると感電したり可動部との接触によりケガをする可能性があります。
- 製品の作動中または、作動できる状態のときは機械の作動範囲に立ち入らないでください。当該製品が不意に動くなどしてケガをする可能性があります。
- 電源を入れた状態で、端子部、各種スイッチなどに触れないでください。感電や異常作動の可能性があります。
- ケーブルなどのコードは傷を付けないでください。コードを傷つけたり、無理に曲げたり、引っ張ったり、巻き付けたり、重い物を載せたり、挟み込んだりすると漏電や導通不良による火災や感電・異常作動などの原因になります。
- 製品の上に乗ったり、足場にしたり、物を置かないでください。転落事故、製品の転倒、落下によるケガ、製品の破損、損傷による誤作動の原因になります。
- 製品は火中に投じないでください。製品が破裂したり、有毒ガスが発生する可能性があります。
- 製品に関わる保守・点検・整備、または交換などの各種作業は、必ず電気の供給を完全に遮断してからおこなってください。

⚠ 注意

- 製品を取り付ける際には、必ず確実な保持、固定をおこなってください。製品の落下・異常作動などによってケガをする可能性があります。
- 無励磁ブレーキを備えてありませんので、出力軸負荷が外部負荷（重力・バネ力等）により動かされる恐れがある場合は、ブレーキ機構を取り付けてください。機械の破損やケガの原因になります。
- 直射日光（紫外線）のあたる場所、塵埃、鉄分、鉄粉のある場所、有機溶剤、リンサンエステル系作動油、亜硫酸ガス、塩素ガス、酸類などが含まれている雰囲気中で使用しないでください。短期間で機能が喪失したり急激な性能低下もしくは寿命の低下を招きます。
- 機械装置などの作動部分は、人体が直接触れることがないよう防護カバーなどで隔離してください。
- 製品を扱う場合は、必要に応じて保護手袋、保護メガネ、安全靴などを着用して安全を確保してください。
- 製品が使用不能、または不要になった場合は産業廃棄物として適切な廃棄処分をおこなってください。
- この製品をシステムへ組み込むにあたり、取扱い上の注意事項の内容を落とすことなくシステムの取扱説明書に付加し、システムの取扱い者に必ず遵守させてください。
  なお、その使い方によって新しく付加しなければならない安全に関する注意事項は、落とすことなく取扱説明書に付加してください。